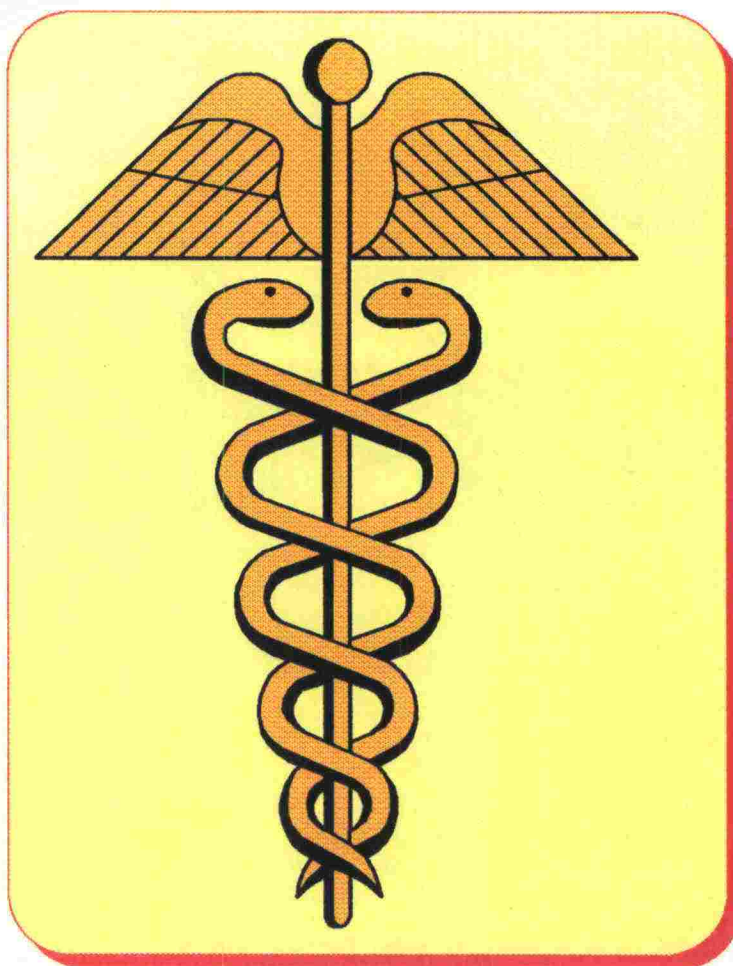




**Tielaitos**

**Oulun tiepiiri**

**Työmenetelmä-  
työryhmä**



**Tienrakentamisen  
vaihtoehtoisia  
työmenetelmiä ja  
rakenneratkaisuja**

08 TIEL/OUL



**Tielaitos**  
Kirjasto

Doknro: 940158  
Nidenro: 940211

## Sisällysluettelo

### Tienrakentamisen vaihtoehtoisia menetelmiä ja rakenneratkaisuja

	Sivu
Saatesanat	1
1. Pohjarakenteet	2
2. Kerrosrakenteet	12
3. Siltarakenteet	27
4. Vaihtoehtoisten menetelmien käyttö urakoissa	32
5. Taloudellisuus ja laatu	37
Esimerkki paikalla rakennetun tien poikkileikkauksesta	42



# Tienrakentamisen vaihtoehtoisia menetelmiä ja rakenneratkaisuja

Tämän informaatiopakettin tarkoituksena on havainnollisesti osoittaa, miksi on järkevää ja tarpeellista kehittää ja modernisoida jatkuvasti menetelmiä sekä menettelytapoja ja muuttaa niitä olemassa oleviin olosuhteisiin. Samalla pyritään osoittamaan käytön antamat taloudelliset ja laatuun vaikuttavat hyödyt ja mahdollisuudet.

Esityksen yhtenä punaisena lankana on tietyllä tavalla esimerkkien avulla kuvata koko tienrakennustuotantoa pohjarakenteista päällys- ja siltarakenteisiin saakka. Siinä pyritään osoittamaan, että aina kannattaa harkita useita erilaisia ratkaisumalleja. Tärkeää on huomata myös se, että paras ja halvin menettely useinmiten takaa parhaimman laadun ja vaikuttaa positiivisimmin rakenteitten kestoikään.

Esityksen toisena johtoaikutuksena on paikallaan rakentaminen, materiaalien ja ympäristön säästäminen.

Esitettyjä asioita ja menetelmiä on kehitetty ja käytetty suurelta osin tekijätyöryhmän vastuuyksikössä entisen Keski-Pohjanmaan piirin rakennustoimialalla. Osaa em. menetelmistä on aikanaan selvitetty em. yksikön ja tielaitoksen Oulun kehitysyksikön toimesta myös työntutkimuksellisesti.

Lisätietoja antavat Oulun kehitysyksikkö ja työryhmän jäsenet.

Ylivieskassa, 20.10.1993

  
Jorma Ängeslevä  
Insinööri

  
Juhani Matinheikki  
Diplomi-insinööri

  
Teuvo Erkkilä  
Rakennusmestari

  
Kari Kauppinen  
Rakennusmestari

  
Eini Raudaskoski  
Toimistos sihteeri



## **1. Pohjarakenteet**

# Haraus



## Työmenetelmän käytön perusteet

- \* Harauksella poistetaan rakenteesta haitalliset kivet, kannot yms., jotka aiheuttavat routakohoumia ja epätasaista routimista.
- \* Soveltuu hyvin vanhojen teiden kerrosten haraukseen
- \* Leikkauksien pohjat yms.



## Työmenetelmän mukaiset työvaiheet

- \* Harauksessa käytettävän koneen tulee olla vähintään 21 - 25 ton.
- \* Harauksessa käytettävän kauhan piikkien väli on 250 - 300 mm ja piikkien pituus noin 120 cm.
- \* Haraussyvyys vähintään 120 cm.
- \* Haraus suoritetaan koko tien leveydeltä.
- \* Harauksesta saadut kivet kuormataan joko suoraan kuljetusvälineeseen tai tiealueen ulkopuolelle kasaan myöhempää käyttöä varten.
- \* Menetelmällä varmistetaan kerroksiin jäävien kivien oikea koko (ei ylisuuria).
- \* Pohjamaa homogenisoituu harauksen yhteydessä.
- \* Harauskivien käyttö esim. paikallamurskaukseen korvaa kuljetettavia kerrosmateriaaleja.



## Työmenetelmän edut

- \* Mahdollistaa vanhojen teiden rakenteiden uudelleen käytön, jolloin penger- ym. materiaalien tarve pienenee.
- \* Työvuorokapasiteetti vaihtelee kivisyydestä riippuen noin 1400 - 1600 m<sup>2</sup>.

## Mahdollisuudet

- \* Mikäli kiviä on paljon, voidaan ne murskata kerrosmateriaaliksi liikkuvalla murskauslaitoksella.



# "Kompostointi"



## Työmenetelmän käytön perusteet

- \* "Kompostointia" käytetään korvaamaan puuttuvia materiaaleja, maisemanhoidollisena näkökohtana (kaatopaikat) kustannussäästöt (kuljetus).
- \* Soveltuu rakennettaessa tietä taajamien ulkopuolelle.



## Työmenetelmän mukaiset työvaiheet

- \* Kompostointialue varataan suunnitteluvaiheessa ja haltuunoton yhteydessä.
- \* Kompostoitavan alueen pinnat puhdistetaan raivausjätteistä.
- \* Kompostikaivannosta saatavat massat kasataan tielinjalle tai kuormataan suoraan kuljetusvälineeseen.
- \* Kaivanto täytetään raivausjätteillä, harauskivillä yms.
- \* Täyttö suoritetaan kaivannon teon yhteydessä tai se voi tapahtua töiden edetessä.



## Työmenetelmän edut

- \* Tielinjan ulkopuolelta tulevien massojen määrä pienenee.
- \* Raivausjätteiden kuljetus läjitykseen/läjitys-alueille vähenee.
- \* Kuljetuskustannukset
- \* Maisemalliset näkökohdat eli kaatopaikat jäävät pois.
- \* Työvuorokapasiteetti vaihtelee maasto-olosuhteista johtuen noin 600 - 800 m<sup>3</sup>ktd.





# "Ryöstöleikkaus"



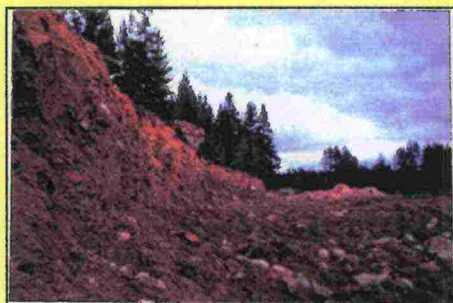
## Työmenetelmän käytön perusteet

- \* "Ryöstöleikkaus" mahdollistaa massojen hyödyntämisen leikkauksissa.
- \* Raivaus- yms. jätteen läjittäminen takaluiskiin ja kaivantoihin.
- \* Kuivatus tielinjalla paranee.
- \* Salaojitukset mahdollisten leikkausten kohdilla jää pois.



## Työmenetelmän mukaiset työvaiheet

- \* Leikkausluiskat loivennetaan leikkauksien kohdilla molemmin puolin.
- \* Luiskakaltevuudet noin 1:6.
- \* Kaivannot täytetään ylisuurilla kivillä, raivaus- yms. jätteillä.
- \* Suunnitteluvaiheessa varatuilla alueilla kaivetaan leikkauksien luiskaosat tarvittavan materiaalin mukaisesti.
- \* Leikkauksiin syntyneet kaivannot (tielinjan ulkopuolella) täytetään kivillä, raivausjätteillä tai kelpaamattomalla materiaalilla.
- \* Lopuksi kaivannot tasataan ja luiskat muotoillaan suunnitelmien mukaan.



## Työmenetelmän edut

- \* Tielinjan ulkopuolelta ajettavien massojen tarve pienenee.
- \* Läjitysmassat saadaan rakennuspaikoille/tielinjalle, jolloin läjitysaluetarpeet vähenevät (maisemallinen).
- \* Leikkauksien kuivatus paranee.
- \* Salaojien tarve pienenee verrattuna normaali-leikkauksiin.
- \* Työvuorokapasiteetti sidottu kaluston kokoon. Käytännössä on päästy 600 - 2000 m<sup>3</sup>ktd/työvuoro.



### **Mahdollisuudet**

- \* Menetelmä mahdollistaa paikallarakentamismenetelmän hyväksikäyttöä enemmän.
- \* Menetelmää voidaan soveltaa lähes kaikenlaiseen rakentamiseen, rakennettaessa uutta tai peruskorjattaessa vanhaa tietä.



# "Kengitys"



## Työmenetelmän käytön perusteet

- \* "Kengitystä" käytetään korvaamaan massanvaihto pehmeikköalueilla.
- \* Kustannusten säästö on huomattava verrattuna perinteiseen massanvaihtoon.



## Työmenetelmän mukaiset työvaiheet

- \* Tukirakennelmat tehdään tien molemmin puolin.
- \* Kaivutyössä käytetään esim. kaivukone KKH 21t tai vastaavaa.
- \* Kaivumassat sijoitetaan tien molemmin puolin, kaivantojen taakse (jos mahdollista).
- \* Alue pyritään varaamaan jo suunnitteluvaiheessa läjitykseen.
- \* Kaivanto täytetään kaivutöiden kanssa yhtä aikaa.
- \* Täyttö tehdään päätypengerrystyönä.
- \* Täyttömateriaalina käytetään tielinjalta saatavia materiaaleja.



## Työmenetelmän edut

- \* Työ on teknisesti helppo suorittaa.
- \* Kaivannon tuentaa (talvityönä) ei ole pakko käyttää, helpottaa rakentamista.
- \* Läjitys- ja kuljetuskustannukset pienemmät normaalirakentaminen huomioiden.
- \* Liikennejärjestelyt helpottuvat huomattavasti.
- \* Päivittäinen työsaavutus on noin 600 m<sup>3</sup>ktd.

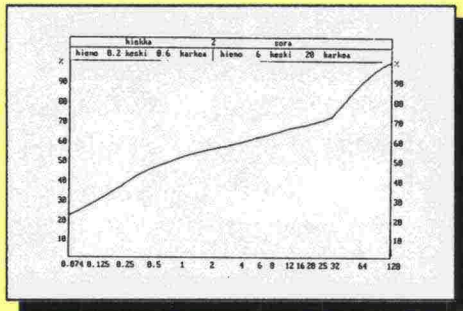


## Mahdollisuudet

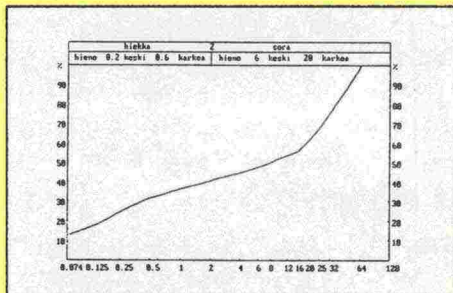
- \* Menetelmä mahdollistaa liikenteenalaisten teiden pehmeikkörakentamisen.
- \* Korvaa kustannuksiltaan kalliimmat massanvaihdot.
- \* Työmenetelmä on helppo toteuttaa.



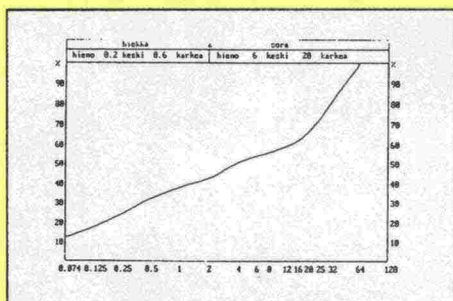
# Massojen korvaaminen hyvälaatuisella moreenilla



Luonnonmoreenikäyrä  
Mt 658 Hautaperä-Lahikkala



Murskattu moreenikäyrä  
Mt 658 Hautaperä-Lahikkala



Kuonamurskeen lisäyksellä yö:sta  
moreenimurskeesta saatu rakeisuus-  
ikäyrä



## Työmenetelmän käytön perusteet

- \* Rakennusmateriaalin tarpeen korvaaminen hyvälaatuisella moreenilla, mikä soveltuu hyvin pengermateriaaliksi.
- \* Tienrakentamisessa käytettävät ns. "paremmat" materiaalit ovat vähenemässä ja usein kuljetuskustannukset ovat vaikuttamassa moreenin lisääntyvään käyttöön.
- \* Pohjamaan homogenisuus paranee.
- \* Materiaalien suuri laatuero pienenee, esim. sora-moreeni tms.
- \* Kustannussäästöt kuljetuksissa.
- \* Usein routanousujen suuret erot voidaan eliminoida pohjamaiden tasalaatuistamisen myötä.
- \* Materiaalin laadusta riippuen voidaan moreenilla korvata kerrosten ylempiä osia esim. jalostamalla niitä.
- \* Hiekkamoreenit soveltuvat pengerkäyttöön, mutta ovat veden kanssa yhdessä arka materiaali.

## Työmenetelmän edut

- \* Menetelmä mahdollistaa korkeampien penkereiden rakentamisen kustannuksia lisäämättä.
- \* Jalostamalla materiaalia (esim. murskaus ja stabilointi) mahdollistaa materiaalin käytön vaativimmissakin kohteissa.



### **Mahdollisuudet**

- \* Moreenin laatua (rakeisuutta) voidaan parantaa sekoittamalla siihen esim. kuonamursketta tai masuunihiekkaa.



# Routajärkäle



## Työmenetelmän käytön perusteet

- \* Jäätynneen maan rikkominen routajärkäleellä mahdollistaa talviolosuhteissa tapahtuvan edullisen rakentamisen sekä massojen käsittelyn ja käytön.



## Työmenetelmän mukaiset työvaiheet

- \* Routaantunut alue puhdistetaan lumesta, irtolohkareista yms.
- \* Järkälettä pudotetaan kaivinkoneella, kunnes routaantunut maa alkaa murtua.
- \* Työssä käytetään KKH 21t tai isompaa konetta.
- \* Routajärkäleen paino vaihtelee noin 2 - 4 tn.
- \* Talviolosuhteissa järkäleellä rikkominen on huomattavasti halvempi työmenetelmä kuin esim. räjäyttäminen, iskuvasara tai laajenevalla massalla rikkominen.
- \* Jäätynneen maan lohkat on pienemmät kuin muulla tavalla rikottu.
- \* Massojen hyötykäyttö paranee.



## Työmenetelmän edut

- \* Työmenetelmä mahdollistaa rakentamisen jäätynneeseen maahan.
- \* Materiaalien hyötykäyttö paranee (jäätynneet lohkat).
- \* Työvuorokapasiteetti on noin 700 - 800 m<sup>2</sup> riippuen roudan vahvuudesta.



# Kelluva tasausviiva



## Menetelmän käytön perusteet

- \* Kelluva tasausviiva antaa mahdollisuudet paremmin käyttää maastoa hyväksi.
- \* Soveltuu taajamien ulkopuolella.
- \* Mahdollistaa tielinjan ylimääräisen materiaalin taloudellisen käytön tien geometriaa ja ympäristöä haittaamatta.



## Menetelmän mukaiset työvaiheet

- \* Työn aikana mahdollinen tasausviivan "kelluttaminen" tapahtuu tielinjalla tapauskohtaisesti.



## Menetelmän edut

- \* Kellutus tuo materiaalisäästöjä
- \* Saadaan lisämateriaaleja
- \* Kustannussäästö
- \* Pengerkorkeus kasvaa
- \* Kuivatus paranee
- \* Kantavuus paranee

## Mahdollisuudet

- \* Tien kunnossapidettävyyys paranee.
- \* Lisää erilaisten työmenetelmien käyttöä esim. "kompostointi" ja "kengitys".
- \* Mahdollistaa nollaleikkauksien poisjättämisen.

## **2. Kerrosrakenteet**



# Parannettavan tien vanhojen kerrosmateriaalien sivussakäyttö (lemppaus)



## Työmenetelmän käytön perusteet

- \* Routaheittojen poistaminen
- \* Vanhan tien pohjarakenteen epätasaisuus
- \* Siirtymäkiilojen puutteellisuus
- \* Pohjamaan tiivistämistarve



## Työmenetelmän mukaiset työvaiheet

- \* Vanha rouhittu päällyste poistetaan
  - \*\* Uusiokäyttöön
- \* Nostetaan kerrokset sivuun
  - \*\* Hiekka ja murske eri kasoihin



- \* Pohjamaa tasataan oikeaan muotoon ja kaltevuuteen ja tiivistetään.  
Tarvittaessa laitetaan salaojat.
- \* Kivinen pohjamaa on harattava.



- \* Tasatulle pohjalle nostetaan luiskalta hiekat, jotka tasataan ja tiivistetään.
- \* Hiekan päälle nostetaan murskeet/sora, jotka tasataan ja tiivistetään.
- \* Kantava kerros rakennetaan uudesta murskeesta tai lisätään puuttuvaa rakeisuutta vanhaan, jotta kantavuudesta tulisi hyvä.





- \* Kantava kerros voidaan tehdä myös stabiloimalla vanha materiaali.
- \* Jos sora on kivistä (välppäsoraa), se voidaan murskata samassa yhteydessä liikkuvalla murskauslaitoksella.



- \* Päälystäminen suoritetaan normaaliin tapaan.
- \* Päälysteessä voidaan uusiokäyttää poistettua päälystemassaa.



### Työmenetelmän edut ja mahdollisuudet

- \* Tielinjalla jo olevien massojen kokonaisvaltainen hyödyntäminen.
  - \*\* Vanha kerrosmateriaali
  - \*\* Vanha päälyste
- \* Tien kantavuus paranee.



- \* Pohjamaasta heijastuvat routaheitot ja halkeamat saadaan poistettua.
- \* Luonnonvarojen säästö.
- \* Edullinen hinta.
- \* Omat kuljetukset eivät lisää liikennettä.



### Työmenetelmän haitat

- \* Yleistä liikennettä haittaavien kapeikkojen syntyminen työn aikana.
- \* Ei voida toteuttaa maan ollessa jäätynyttä (kesätyötä).



# Masuunikuonien käyttö sitomattomissa päällysrakennekerroksissa



## Työmenetelmän käytön perusteet

- \* Tien kestoiän pidentyminen
- \* Sitoutuu rakenteissa
- \* Estää deformaation
- \* Toimii lämpöeristeenä
- \* Helpottaa rakennusaikaista tien kunnossapitoa



## Käyttö rakenteissa

- \* Sitomattomat päällysrakenteet masuunikuonasta
- \*\* Kappalekuona
- \*\* Masuunikuonamurske
- \*\* Masuunihiekka



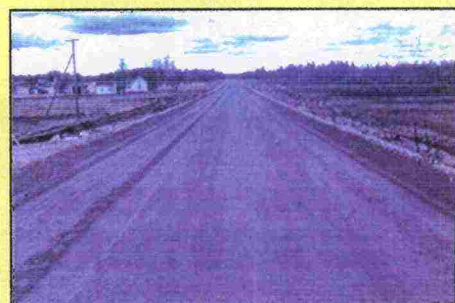
## Työmenetelmän edut

- \* Pitkäaikainen rakenne
- \* Säästää luonnonvaroja
- \* Helpottaa työnaikaista liikenteen hoitoa
- \* Lujittaa mm. vanhoja saviorateita



## Mahdollisuudet

- \* Voidaan käyttää vanhojen tienrakennusmateriaalien parantamiseen
- \* Estää erityisesti kantavan kerroksen yläosan hienontumista
- \* Stabilointityön sideaineena
- \* Liukkauden torjuntaan
- \* Maan lannoitteena





# Reunantäyttömenetelmä



## Työmenetelmän käytön perusteet

- \* Vanhan tien poikkileikkauksen leventäminen esim. 8 metristä 10,5 metriin.
- \* Aiheutetaan mahdollisimman vähän haittaa yleiselle liikenteelle.
- \* Materiaalimenekin pienentäminen.
- \* Vanhojen materiaalien hyväksikäyttö.
- \* Yhtenäiset rakennekerrokset levityksellä ja vanhassa osassa.



## Työmenetelmän mukaiset työvaiheet

- \* Tiehöylällä aukaistaan reunaa levityksen verran.



- \* Aukaisusyvyys yleensä sellainen, että kantavan ja jakavan kerroksen vahvuus tulee sama myös levennyksen osalle, mikä on vanhassa tiessä.



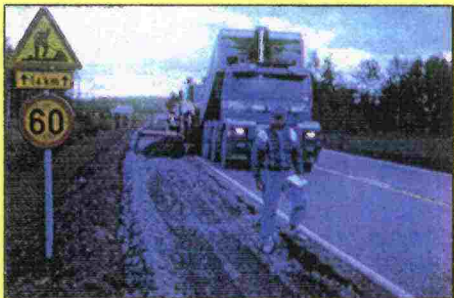




\* Traktoriin kiinnitettävällä reunantäyttölaitteella täytetään ura yhtenä tai kahtena kerroksena.

\*\* Jakavan kerroksen täyttö

\*\* Kantavan kerroksen täyttö



\* Tiivistystyö voidaan suorittaa joko yhtenä tai kahtena kerroksena jyrän ja kerrosvahvuuden mukaan.



\* Työ ajoitetaan siten, että aina päivittäin aukaistu ura täytetään samana päivänä.

\* Työ tehdään aina yhdeltä puolelta valmiiksi ennen kuin aukaistaan toista puolta.

\*\* Työ- ja liikenneturvallisuus



\* Valmis levitetty tie voidaan päällystää yksistään levityksen osalta.





### Työmenetelmän edut ja mahdollisuudet

- \* Materiaalin menekki säädetävissä.
- \* Materiaalin hukkamenekkiä ei tule.
- \* Liikenteelle ei aiheudu juuri haittaa.
- \* Työvuorokapasiteetti noin 2.000 ton/työvuoro.





# Vanhojen tierakennusmateriaalien uudelleen käyttö



## Työmenetelmän käytön perusteet

- \* Uraisuuden ja kantavuusvaurioiden eliminointi.
- \* Rakenteen kestävyuden lisääminen.
- \* Tien kestoajan jatkaminen.
- \* Vanhojen materiaalien uudelleen käyttö.
- \* Ympäristöystävällisyys.
- \* Liikenteen vähäinen häiriö.



## Työmenetelmän mukaiset työvaiheet

- \* Entisen päällysteen esijyrsintä, syvyys noin 8 - 10 cm.
- \* Jyrsityn päällysteen sekä kantavan kerroksen tasoitus ja muotoilu.
- \* Kuonamurskeen/kuonahiekan, 0 - 4 mm:n, levitys noin 5 %.
- \* Sementin lisäys 2,0 %.
- \* Sekoitus noin 20 cm:n syvyyteen jyrsimellä ja tarvittaessa veden lisäys.
- \* Tasoitus, muotoilu ja tiivistys.
- \* Stabiloidulla osuudella voidaan vetää välittömästi stabiloimisen jälkeen uusi päällyste ja bitumistabiloidulla osuudella päällyste voidaan vetää kahden viikon kuluttua stabiloinnista.



## Työmenetelmän edut

- \* Täysin valmiin tien kokonaiskustannus on noin puolet kerrostamalla tehdyn tien hinnasta.
- \* Tehokkuus
  - \*\* 1,0 - 1,2 km/työpäivä/10 m:n tie
- \* Kestävä pitkäaikainen rakenne
  - \*\* Riittävä alkulujuus - pitkäaikainen lujuuden kehittyminen.
- \* Kantavuuden nousu 50 % perinteiseen rakentamiseen verrattuna.

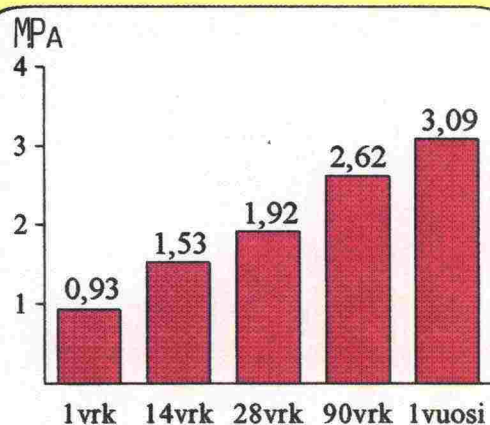




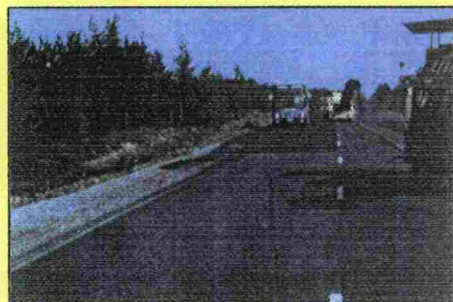
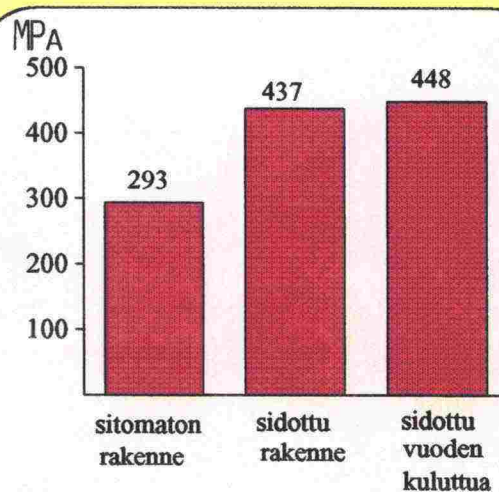
#### \* Uusiokäyttö

- \*\* Teollisuuden kuonajätteiden hyödyntäminen.
- \*\* Tielinjalla olevien massojen kokonaisvaltainen hyödyntäminen.
- \*\*\* Vanhat kerrosmateriaalit
- \*\*\* Vanha päällyste
- \*\* Hyvin vähäiset haitat yleiselle liikenteelle.

#### Puristuslujuus



#### Levykantavuus



#### Mahdollisuudet

- \* Piennarlevitys
- \* Halkeamien estorautoitus
- \* Rautoitus stabilointikerrokseen
- \* Vaihtoehdot työmenetelmästä alempiluokkaisella ja vähäliikenteisellä tiestöllä.
- \* Menetelmä mahdollistaa erilaisten lisävariaatioiden käytön.



# Teräsverkkojen asennus stabiloituun kantavaan kerrokseen



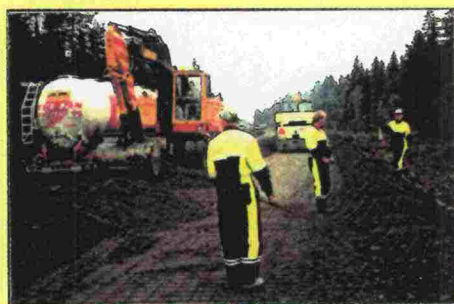
## Työmenetelmän käytön perusteet

- \* Tien pituushalkeamien estäminen
- \* Tien kestoiän jatkaminen
- \* Vanhojen materiaalien hyödyntäminen
- \* Liikenteen sujuvuuden parantaminen



## Menetelmän mukaiset työvaiheet

- \* Stabilointi (sekoitus) normaaliin tapaan.
- \* Siirretään tiehöylällä noin puolet stabiloidusta massasta karheelle tien keskelle (kuvat 2 ja 3).
- \* Yleinen liikenne kulkee aina viereistä kaistaa liikenteen ohjauksen mukaisesti.







- \* Kaivinkone nostaa stabiloidun massan miesten asentamien verkkojen päälle (kuvat 4 ja 5).
- \* Verkkojen laitossa on huomioitava, että ne tulevat tasaiselle pohjalle ja puoliväliin stabiloitua kerrosta. Verkkojen välin on oltava 5 - 15 cm.



- \* Tasaus ja tiivistys päällystettä varten.
- \* Tiivistys täräjätyrällä/kumipyörätyrällä.



- \* Päällystys normaaliin tapaan.



### Työmenetelmän edut

- \* Kestävä pitkäaikainen rakenne
- \* Voidaan hyödyntää vanhoja materiaaleja
- \* **Luonnonvarojen säästö**
- \* Hyvin vähäiset haitat yleiselle liikenteelle
- \* Tehokkuus 1,0 km/tv/10 m:n tie

### Työmenetelmän haitat

- \* Vaatii koko tien leveyden työskentelyyn yhdellä kertaa.
- \* Vaikea määrittää, missä todella verkkoja tarvitaan.



# Tien vanhojen kerrosmateriaalien hyödyntäminen stabiloimalla ja routavaurioiden eliminoiminen turpeella



## Työmenetelmän käytön perusteet

- \* Routavaurioiden eliminointi.
- \* Vanhojen materiaalien hyödyntäminen.
- \* Tien liikennöitävyyden parantaminen.



## Työmenetelmän mukaiset työvaiheet

- \* Öljysoran siirto sivuun.
- \* Vanhojen kerrosten siirto sivuun.
- \* Maan leikkaus ja pohjan muotoilu.
- \* Pohjan tiivistys.
- \* Suodatinkankaan levitys.
- \* Vanhojen kerrosten siirto rakenteeseen.
- \* Murskeen lisäys.
- \* Kantavan kerroksen muotoilu.
- \* Vanhan öljysoran takaisin siirto ja muotoilu.
- \* Kuonamurske-, sementti- tai bitumistabilointi.
- \* Päällystäminen.



## Työmenetelmän edut

- \* Hinta noin puolet edullisempi kuin perinteinen massanvaihto rippuen materiaalin saatavuudesta.
- \* Työvuorokapasiteetti noin 150 metriä päivässä/ 8,0 m:n tie.
- \* Uusiokäyttö
  - \*\* Vanhojen kerrosten täydellinen hyödyntäminen
- \* Ei häiritä mahdollisia pohjavesiä kaivannon mataluuden vuoksi.
  - \*\* Noin puolet kaivannon syvyydestä.
- \* Lyhyt rakentamisaika.







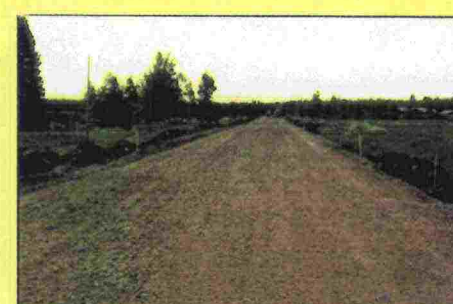
### Mahdollisuudet

- \* Korvaavan materiaalin käyttö.
- \*\* Luonnonvaroja säästyy, kun hiekka korvataan turpeella.
- \* Mahdollistaa hyvin monenlaisten menetelmien variaatiot.



### Haitat

- \* Otettava kunnossapidossa huomioon kuurettuminen.



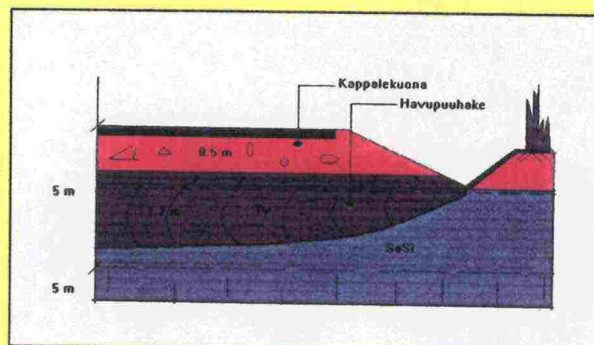
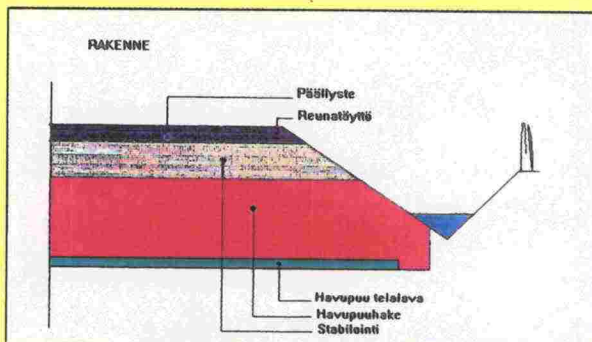


# Havupuuuhake pengertäytteenä



## Työmenetelmän käytön perusteet

- \* Keventää pengertä
- \* Estää pengerpainumaa
- \* Helposti paikkakunnalta saatava materiaali
- \* Helppo työstettävyyys
- \* Tienrakennusmateriaalin kokeilu



## Työmenetelmän mukaiset työvaiheet

- \* Entisen tien tai pintamaan poisto
  - \*\* Talvityönä, jotta kiertotie saadaan jäädyttämälä, jos tiellä on yleinen liikenne.



- \* Telalavan asennus
  - \*\* Telaan käytettävä puutavara karsimatta.





- \* Suodatinkankaan levitys telalavan päälle ja reunoille.



- \* Hakkeen levitys penkereeseen
- \*\* Levitys telapuskutraktorilla.



- \* Murskeen levitys hakkeen päälle
- \*\* Kerros laitettava yhdellä kertaa koko vahvuudelta.



- \* Valmis tie, jossa stabiloitu kantava kerros
- \*\* Stabiloinnilla saavutetaan kantavuudet, jotka muuten jäävät heikoiksi.

### **Työmenetelmän edut ja mahdollisuudet**

- \* Kotimainen tuote
- \* Paikkakunnalta saatava materiaali
- \* Uusiutuva luonnontuote
- \* Ei aiheuta ympäristöhaittoja



### **3. Siltarakenteet**



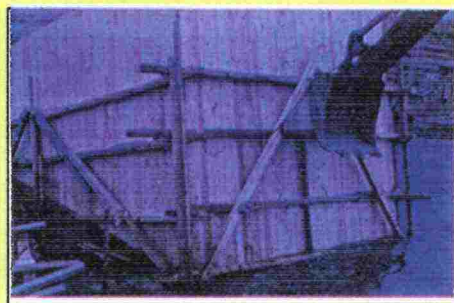
# Siltatuotannon erikoismenetelmät



Malli TVH

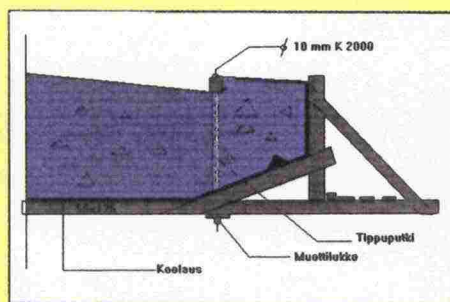


Uusi malli



## Reunapukki

- \* Tyypikkuvan mukaiseen malliin verrattuna reunapukin *rakennetta yksinkertaistettu.*
- \* *Helppo rakentaa.*
- \* Mahdollistaa reunapalkin *paremman ja helpomman viimeistelyn.*
- \* *Säästää materiaalia.*



## Tukien peruslaattojen muotit ja raudoitus (Teko, nosto ja asennus)

- \* Käytetään yleensä *vedenalaisissa valuissa* tai muuten vaikeissa olosuhteissa, joissa työn tulee *edistyä nopeasti.*
- \* Voidaan *vähentää* sukeltajan tekemää *vedenalaista työtä.*
- \* Voidaan tehdä kuivalla maalla, jolloin *työn laatu ja tarkkuus paranevat.*







### Rullaradan käyttö terästen siirrossa

- \* *Nopeuttaa ja keventää* raudoituksen tekoa.
- \* *Parantaa työergonomiaa.*
- \* *Vähentää tapaturmavaaraa.*



### Maanvaraisteline

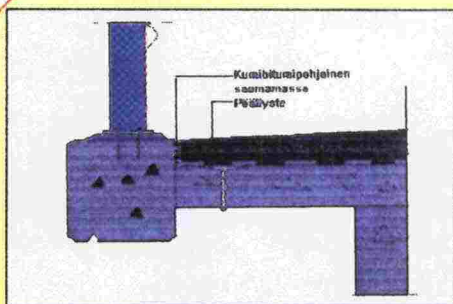
- \* Voidaan käyttää *kuivissa silloissa.*
- \* Muotti rakennetaan *suoraan maanvaraisesti.*
- \* Perinteinen teline korvataan esim. siltapaikalle varastoidulla, hyvin *tiivistetyllä murskeella.*
- \* Nopeuttaa ja helpottaa työtä.
- \* Lisää *turvallisuutta.*
- \* Teline ja muotti on *helppo purkaa.*



### Kaiteen pulttikiinnitys

- \* *Poistaa* kosteuden aiheuttamat *halkeilut ja murtumat* reunapalkista.
- \* Kaide voidaan myöhemmin suoritettavaa kunnostusta varten *helposti irrottaa* ja suorittaa kunnostustyö muualla kuin siltapaikalla.
- \* Reunapalkin valun aikana menetelmä vaatii suurempaa tarkkuutta ja hieman lisätyötä aikaisempaan varausmenetelmään verrattuna.





### Reunapalkin ja päällysteen välinen saumaus

- \* Kokemusten mukaan *estää* perinteistä menetelmää paremmin *kosteuden pääsyn rakenteeseen*, koska reunapalkin ja Ab:n välinen sauma tiivistetään saumausmassalla.
- \* Helpottaa Ab-päällysteen tekoa, koska reuna ei tarvitse muotoilla kolalla, vaan Ab vedetään saumamassan varaukseksi asetettavaa rimaa vasten.
- \* Asfaltin reunasta tulee *suora ja siisti*.



### Elementtipilarit

- \* Elementtipilareita on käytetty yhdessä sillassa, josta kokemukset olivat myönteiset. Menetelmä
- \* Soveltuu kuivalle rakennettaviin tukiin.
- \* *Nopeuttaa* ko. rakenneosan työtä.
- \* Ko. rakenneosan useinmiten vaativa ja vaikea *teline-, muotti- ja raudoitustyö jää pois*.
- \* Asennustyö vaatii tarkkuutta ja erikoismenetelmiä.

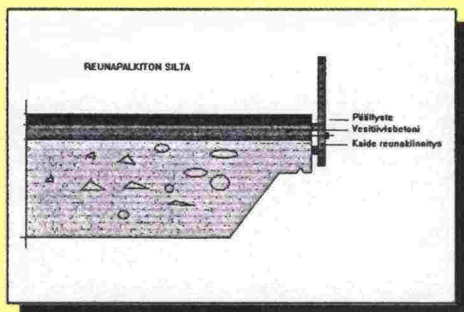


### Elementtireunapalkkien käyttö

- \* Elementtirakenteisia reunapalkkeja voidaan käyttää *sekä uusissa että vanhoissa, korjattavissa silloissa*. Menetelmää on käytetty yhdessä uudessa ja yhdessä korjatussa sillassa. Menetelmä
- \* *Nopeuttaa* työtä.
- \* *Telinetyö vähenee*, koska menetelmä vaatii ainoastaan elementtien asennustuet.
- \* *Muottityö jää pois*.
- \* Palkit voidaan tilata *jännitettyinä*, jolloin pituutta voidaan tarvittaessa kasvattaa.
- \* Päästään helposti *suuriin lujuuksiin*, joka lisää rakenteen kestoa esim. suolaa vastaan.
- \* Koska reunapalkin valu on useinmiten viimeinen valu, menetelmä *nopeuttaa sillan käyttöönottoa*.



# Reunakorotukseton sillan kansirakenne



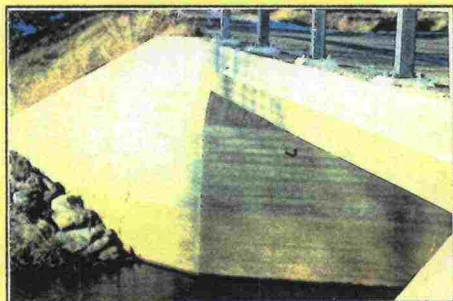
## Rakenteen käytön perusteet

- \* Vähentää siltarakenteiden vesivahinkoja.
- \* Jatkaa rakenteiden kestoikää.
- \* Yksinkertainen rakenne.
- \* Vähentää muotti-, rauditus- ja valutöitä.
- \* Helpottaa talvi- ja kesäkunnossapitoa.



## Rakentaminen

- \* Sillan kansi rakennetaan niin, että ei tule saumarakenteita.
- \* Reunapalkki "lasketaan riippuvaksi".
- \* Pintalaatta valetaan vesitiiviistä betonista laidasta laitaan.
- \* Mahdollinen asfalttikulutuskerros tehdään myös laidasta laitaan.
- \* Kaiteet pulttikiinnityksellä reunapalkkeihin kiinni.



## Työmenetelmän edut

- \* Pintavedet (suolat) eivät pääse tunkeutumaan saumoista rakenteisiin.
- \* Korjaustarve vähenee.
- \* Sillan kestoikä jatkuu.
- \* Kunnossapito helpottuu.
- \* Kustannuksiltaan edullinen rakenne.





#### **4. Vaihtoehtoisten menetelmien käyttö urakoissa**



# Keski-Pohjanmaan tiepiirissä käytettyjen eri työmenetelmien hyödyntäminen urakoinnissa

## Yleistä

Edesmenneessä Keski-Pohjanmaan tiepiirissä rakentaminen tapahtui pääsääntöisesti viimeisten 15 vuoden aikana omajohtoisena pienurakointina. Urakkamuoto on ollut yksikköhintoihin perustuvaa osaurakointia.

Alussa urakointi tapahtui työkohteittain, josta siirryttiin vaiheittain nykykäytäntöön eli pohjatyöt voidaan jakaa eri urakoitsijoille paaluväleittäin, jossa kukin urakka sisältää kaikki työvaiheet pohjan yläpinnan tasoon. Materiaalitoimitukset voidaan jakaa materiaaleittain eri urakoitsijoille.

Siltoja on kilpailutettu, mutta ne on pääsääntöisesti toteutettu omana työnä, koska oma tarjous on yleensä voittanut.

Urakoinnin luonnetta Keski-Pohjanmaan tiepiirissä kuvaa hyvin vuoden -92 koko laitosta käsittelevä rakennuttamistilasto:

	Rakennuttamis-%		
	tie	silta	kaikki
Keski-Pohjanmaa	82	55	78
Koko maa	67	87	72

Urakkasopimuksia solmittiin: Keski-Pohjanmaa 83 kpl ja koko maa keskim./piiri 60 kpl. Suuri urakkasopimusten määrä vaatii paljon valmistelutyötä. Työ on pääsääntöisesti tehty työmailla. Urakkasopimukset tehdään pienurakkasopimuksina.



## Urakointikäytännön erittely työkohteittain

Koska työt toteutetaan paikallarakentamismenetelmin, on myöskin urakointi mukautettu niihin soveltuvaksi.

### Esimerkkejä työkohteista, joissa työmenetelmät ovat muovanneet urakointikäytäntöä



#### 1510 Pintamaan poisto m2

Työ suoritetaan *kaivinkoneella kasoihin*, josta *siirto hautauskaivantoon*. Raivausjätteet *voidaan myös kuljettaa* muualla tielinjalla oleviin *hautauskaivantoihin tai "ryöstöleikkauksiin"*. Kuljetuksesta suoritetaan korvaus ajettujen tonnien mukaan.







### 1530 Päällysteen poisto m2

Ös poistetaan *kaivinkoneella kasoihin* tien reunaan, josta siirto takaisin uusien kerrosten pintaan *liikenteenhoitoa* ja mahdollista *stabilointia* varten.



Ab jyrsitään, aikaisemmin asfaltin jyrsimellä, nykyisin alueen urakoitsijan (Juola) toimesta kehitetyllä jyrsimellä. Jatkotoimenpiteet samat kuin edellä.



### 2100 Maanleikkaus m3ktd

Tähän litteraan kuuluu *hautauskaivannon teko (2110)*. Koska kaivannosta saatavien massojen määrä riippuu raivausjätteiden määrästä ja pengermateriaalin tarpeesta, käytetään tarjouspyynnöissä suoriteyksikköä *m3ktd*. Samaa yksikköä käytetään myös leikkauksissa (2110-50), joista pengermateriaalivaaja otetaan *leikkausta laajentamalla* ("ryöstöleikkaus").

Maanleikkaukseen kuuluvan leikkauspohjan hompgenesisointiin (2170) sisällytetään myös muualla tehtävä *kivien haraus*. Lisäksi työhön kuuluu kivien siirto hautauskaivantoihin. Työhön voi sisältyä myös kivien kasaaminen ja varastointi mahdollista paikalla suoritettavaa *murskausta* varten.



### 2410 Sivuojien kaivu jm

Tähän kohteeseen sisältyy usein myös luiskan taseus, koska ojat pyritään tekemään etenkin parantamishankkeilla kerrosten ajon jälkeen. Suoriteyksikkönä käytetään litterakirjasta poikkeavasti juoksumetriä. Tarjouspyynnössä ilmoitetaan arvioitu massamäärä/jm.



### 2700 Murskaus t

Normaalin murskauksen lisäksi pyritään pohjien *harauksesta saatavat kivet* hyödyntämään murskaamalla.



### 5140 Stabilointi m2

Stabilointi tehdään *paikallasekoitusmenetelmällä*, koska stabiloinnin *runkoaineena käytetään pääasiassa vanhaa rakennetta*.

Vanhojen teiden parantamishankkeilla stabilointi otetaan huomioon jo pohjatöurakoissa (1530).

Vanha päällyste, *Ab, Kab ja Ös* sekä päällysteen alla oleva hienontunut, mahdollisesti routiva *kantavan yläosa* käytetään *stabilointiin*.

Stabilointiurakka jaetaan osaurakoihin, mitkä voi tehdä sama urakoitsija, mutta tarjouspyynnössä ilmoitetaan myös mahdollisuudesta jakaa työ osaurakoihin. Kesällä -93 osaurakointijako oli seuraava:

- \* *Päällysteen jyrshintä*
- \* Jyrshityn päällysteen (Ab) ja kantavan kerroksen yläosan *sekoitusjyrshintä*.
- \* *Stabilointi*, johon sisältyy myös teräsverkkojen asennus stabiloitavaan kerrokseen.

### Urakoinnin toteuttamistapa

**TYÖT TOTEUTETAAN OMAJOHTOISINA TÖINÄ, KOSKA NÄIN MASSOJEN TEHOKAS KÄYTTÖ JA PAIKALLARAKENTAMISIDEA SAADAAN PARHAITEN TOTEUTETTUA. TARKOITUS ON, ETTÄ MASSOJA TUODAA TIELINJAN ULKOPUOLELTA MAHDOLLISIMMAN VÄHÄN.**

**NÄIN MYÖS HENKILÖKUNTA MYY PARHAITEN OSAAMISTAAN JA OSAAMISELLE SAADAAN PARAS TUOTTO.**



## **5. Taloudellisuus ja laatu**



# Taloudellisuus

$$T = A + B + C$$

T = Tuotto

A = Yleis- ja yhteiskustannusten inflaatiolla ja volyymilla redusoitu muutos.

B = Kilpailuttamisen hyöty: Oma tarjous/urakoitsija  
1. Työ jää rakennuttajalle  
2. Työn saa urakoitsija

C = Kilpailuttamisen hyöty: Toteutuneen ja edellisen vuoden välinen urakka-hintavertailun inflaatiolla ja volyymilla redusoitu muutos.

D = Ulkopuolisille urakoinnista tuleva hyöty.

## Tuottomittari

- \* Talous on määritelty tuottona, mikä parhaiten kuvaa vastuu- tai työalueen taloudellisuuden todellista tilannetta
- \* Tuotto-% on tuoton osuus ao. yksikön liikevaihdosta.

### Rakennustoimiala/K-P 1992:

A = 2,6 milj.mk

B = 2,8 milj.mk

C = 1,15 milj.mk

D = 1,0 milj.mk

$$T = 7,55 \quad T\% = 8,5$$

- \* Tulosesimerkki vuoden 1992 lopputilanteesta Keski-Pohjanmaan piirin rakennustoimialalla.

### Työalue 3:

A = 0,06 milj.mk

B = 0,92 milj.mk

C = -

D = 0,8 milj.mk

$$T = 1,78 \quad T\% = 14,36$$

- \* Tulosesimerkki vuoden 1992 lopputilanteesta Keski-Pohjanmaan piirissä työalueella kolme (ent. työmaanpäällikköalue).



# Laatu

## MALLI LAATULUVUN PISTEYTYKSESTÄ:

### Routavauriot:

<u>Vaurion laatu</u>	<u>Arvosana</u>
Täysin virheetön	Kiit.tot. 10
Halkeamia	Kiit.tot. 9-10
Routaheitto havaittavissa	Hyvin tot. 7-9
Routaheitto merkitty tai pitäisi merkitä	Tyyd.tot. 5-7
Routaheitto korjattu tai pitäisi korjata	Vältt.tot. 3-5
Runsaasti erilaisia routavaurioita	Huon.tot. < 3

### Painumat: (alusrakenteesta johtuvat)

<u>Sanallinen kuvaus</u>	<u>Arvosana</u>
Virheetön	Kiit.tot. 10
Vähäistä aaltoilua	Hyvin tot. 8
Havaittavissa, ei haittaa	7-8
Merkitty tai pitäisi merkitä	Tyyd.tot. 5-7
Täytetty tai pitäisi täyttää	Vältt.tot. 3-5

## Laatuluku

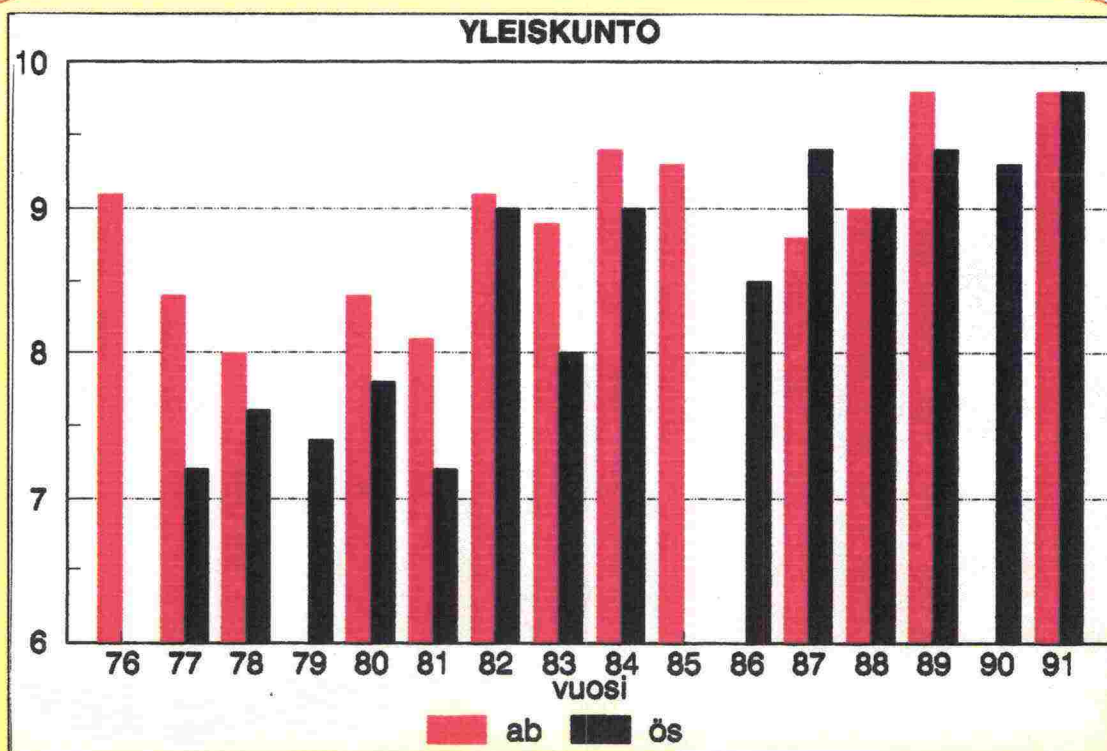
\* Laatuluku on tienrakentamisen lopputuotetta, valmista tietä kuvaava tulosarviointi, millä tuottaja näyttää tilaajalle tämän vaatiman laadun.

\* Kriteereitä on yhteensä 16: Kaltevuus, lajittumat, laskuojat rumpuineen, liittymät (kaltevuus), liittymät (leveys- ja pyöristyssäteet), liittymät (päälystetyn osan pituus), luiskat, painumat, pientareet, pintaannousu, raiteet, routavauriot, sivuojat rumpuineen, tasaisuus, vieri- ja näkemäalueet.

\* Kullekin kriteerille on sovittava tai tarkistettava tilaajan kanssa omat painoarvot.

- \* Valmistuneen tieosan laatuluku (yleiskunto) on em. painoarvoilla laskettu keskiarvo.
- \* Tulosityksikön laatuluku on ao. yksikön toteutuneilla tien pituuksilla painotettu keskiarvo.
- \* Kriteerien arvosanat perustuvat osin suoraan laadunvalvonnasta saataviin numeroarvoihin, osin systemaattisiin (esim. 100 m:n välein) ulkopuolisen asiantuntijan tieosan valmistumisen jälkeen suorittamiin valmistumistarkastuksiin.
- \* Arvosteluasteikko on 0-10:een.
- \* Pisteytyksestä on kaksi esimerkkiä.
- \* Sovittaessa vuositavoitteista on pisteytys ja kriteerit aina tarkistettava päävastuuyksikkökohtaisesti.

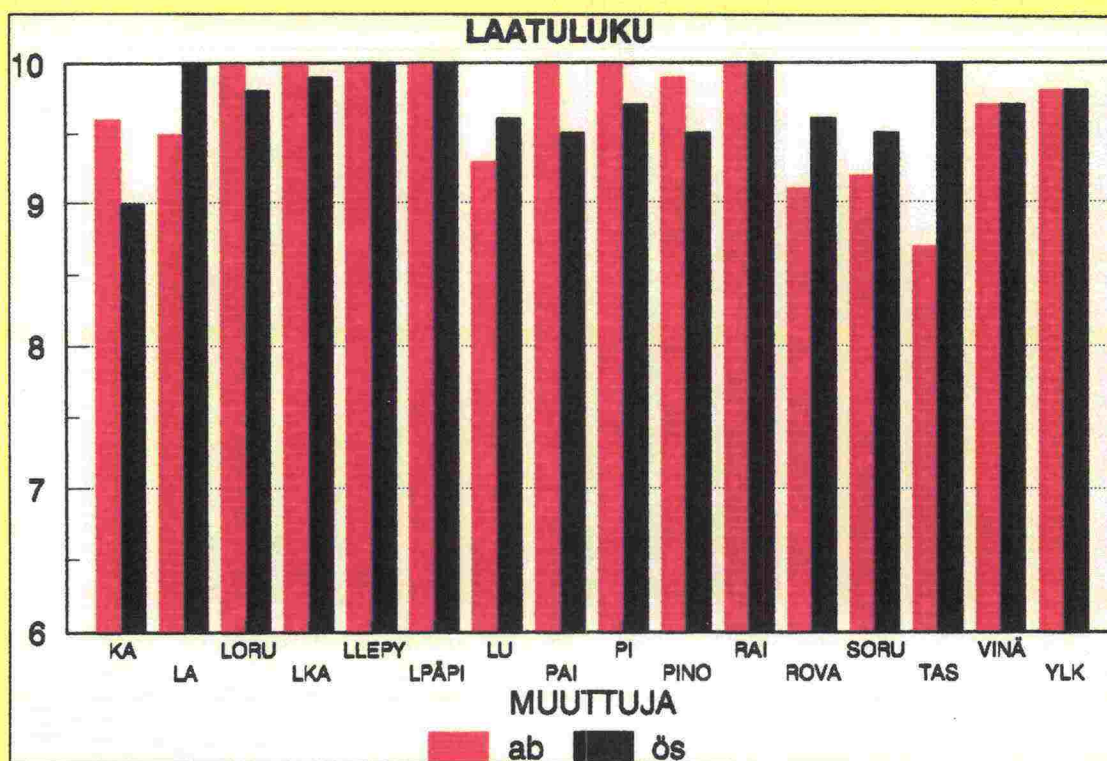




Keski-Pohjanmaan piirin rakennustoimiala 1976 - 1991:

Pylväikkö: Ab- ja Ös-tiet/yleiskunto.

\* Tulosesimerkki pitkän aikavälin seurannasta sekä painotetut koko vastuualueetta koskevat vuosittaiset laatuluvut.

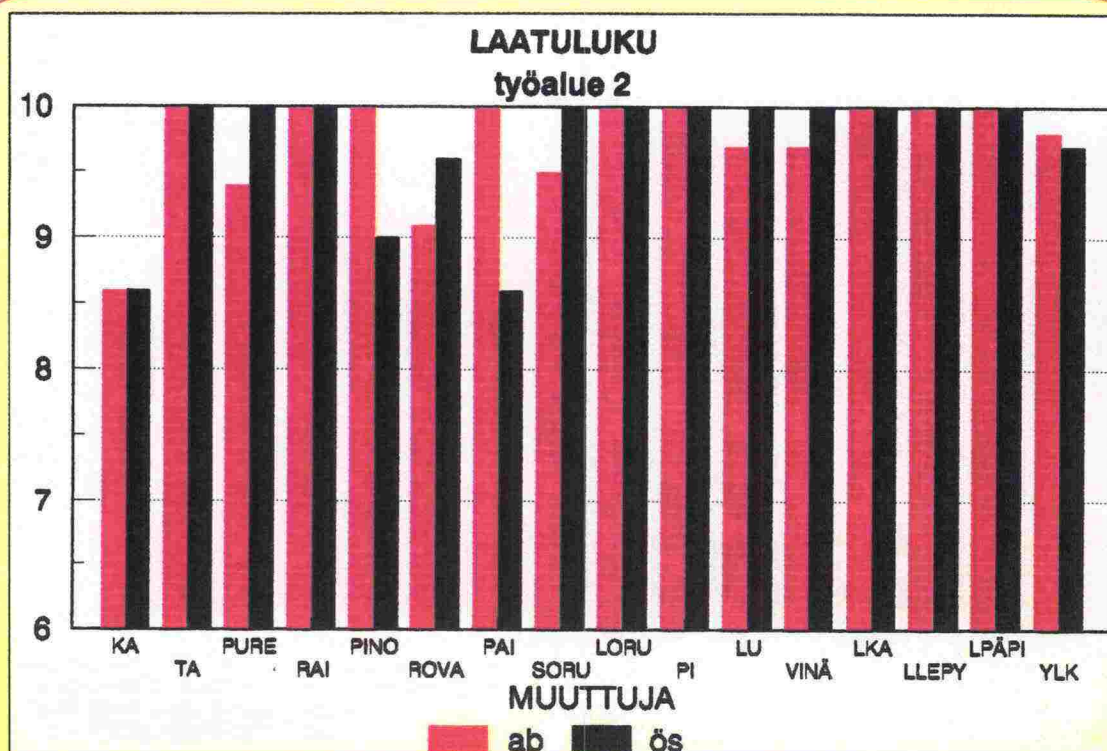


Keski-Pohjanmaan piirin rakennustoimiala v. 1991:

Pylväikkö: Ab- ja Ös-tiet/kaikki muuttujat.

\* Tulosesimerkki vuoden 1991 lopun tilanteesta päällystetyypeittäin sekä koko vastuu-  
aluetta koskeva laatuluku.





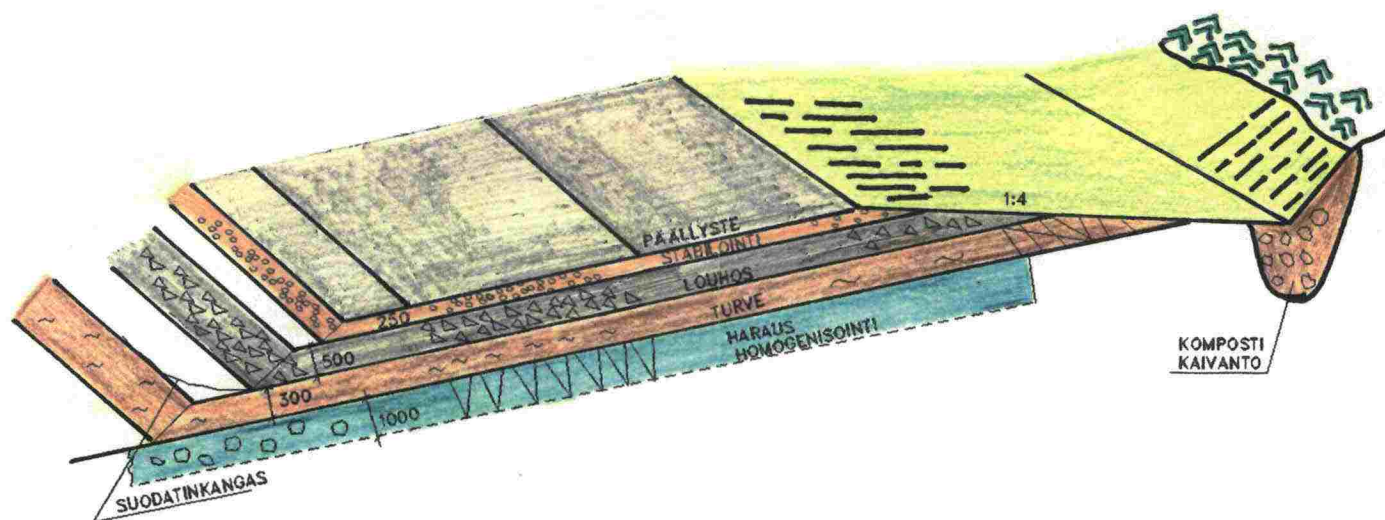
Keski-Pohjanmaan piirin rakennustoimialan työalue kaksi v. 1991:  
 Pylväikkö: Ab- ja Ös-tiet/kaikki muuttajat.

\* Tulosesimerkki vuoden 1991 lopun tilanteesta päällystetyypeittäin sekä koko työaluetta (ent. työmaapäällikköalue) koskeva laatuluku.



## ESIMERKKI PAIKALLA RAKENNETUSTA TIESTÄ

### UUSI RAKENNERATKAISU



#### Rakenteet

Päällyste Ab 40 kg + 90 kg = 50 mm

Sementtistabilointi = 250 mm

Kalliolouhosta 0-200 = 500 mm

Suodatinkangas

Palaturvetta = 300 mm

Harattu/homogenisoitu  
pohjamaa